

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/030190 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02M 1/00

Martin [DE/DE]; Leonhardstr. 44, 83317 Teisendorf
(DE). CZEKAY, Dietmar [DE/DE]; Bünastr. 45, 01069
Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002774

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. August 2003 (20.08.2003)

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 43 860.9 20. September 2002 (20.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Erfinder; und

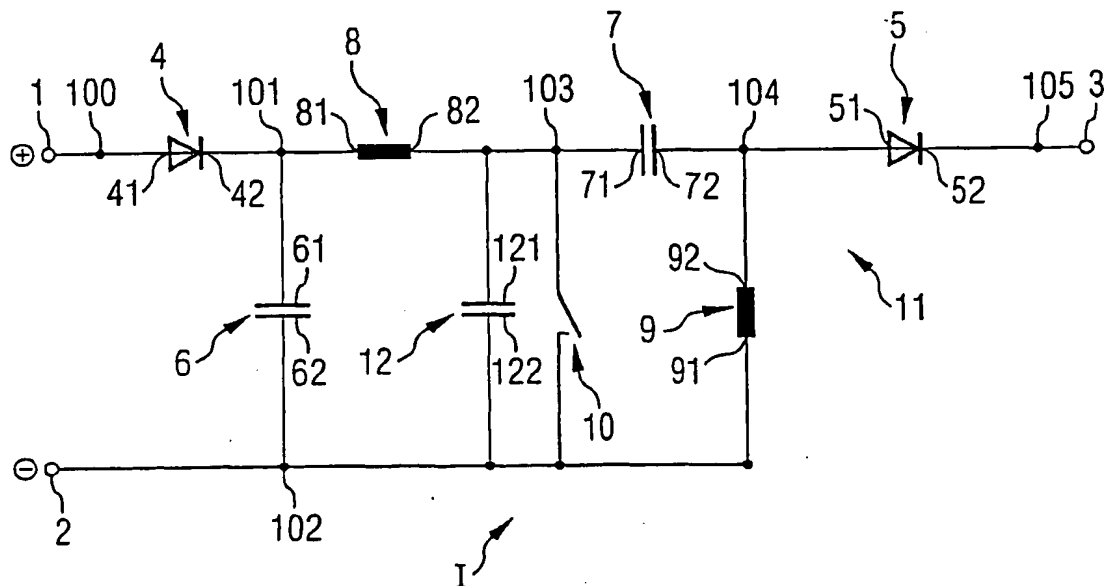
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HONSBURG-RIEDL,

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICAL CIRCUIT FOR VOLTAGE TRANSFORMATION AND USE OF SAID ELECTRICAL CIRCUIT

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE SCHALTUNG ZUR SPANNUNGSWANDLUNG UND VERWENDUNG DER ELEKTRI-
SCHEN SCHALTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electrical circuit for voltage transformation, said electrical circuit being suitable for power factor correction. The invention enables a good power factor correction to be achieved with a high efficiency of between 80 % and 95 % in the MHz frequency region. To this end, few components suitable for high frequencies (capacitors, inductances, diodes and high frequency switches) are used. Said diodes are, for example, Schottky diodes with SiC as the diode material. The high frequency switch comprises a powerful MOS transistor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/030190 A1



eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Schaltung zur Spannungswandlung. Die elektrische Schaltung ist zur Leistungsfaktorkorrektur geeignet. Dabei ist eine gute Leistungsfaktorkorrektur mit einem hohen Wirkungsgrad von 80% bis 95% im MHz-Frequenzbereich erzielbar. Dazu werden wenige, hochfrequenztaugliche Bauelemente (Kapazitäten, Induktivitäten, Dioden und Hochfrequenzschalter) verwendet. Die Dioden sind beispielsweise Schottkydioden mit SiC als Diodenmaterial. Der Hochfrequenzschalter weist einen leistungsfähigen MOS-Transistor auf.

Beschreibung

Elektrische Schaltung zur Spannungswandlung und Verwendung der elektrischen Schaltung

5

Die Erfindung betrifft eine elektrische Schaltung zur Spannungswandlung und eine Verwendung der elektrischen Schaltung.

- 10 Eine Vielzahl elektrischer Geräte wird mit Gleichstrom beziehungsweise Gleichspannung betrieben. Zum Betrieb eines solchen Geräts wird aus einer Wechselspannung eines Netzes eine Gleichspannung geformt. Dies gelingt beispielsweise mit Hilfe einer elektrischen Eingangsschaltung mit
- 15 Gleichrichterdiode und Pufferkondensator. Nachteilig daran ist, dass Strom nur dann aus dem Netz in den Pufferkondensator fließen kann, wenn die Spannung am Pufferkondensator kleiner ist als die Netzspannung. Es resultiert ein hoher nicht sinusförmiger Pulsstrom mit einer
- 20 entsprechend hohen Belastung des Netzes mit Oberschwingungen. Als Folge davon zeichnet sich die Eingangsschaltung durch einen geringen Leistungsfaktor aus. Der Leistungsfaktor ist abhängig von der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung am Anschlusspunkt eines über die Eingangsschaltung
- 25 gespeisten elektrischen Geräts. Ein geringer Leistungsfaktor bedeutet neben einer geringen Wirkleistung einen relativ hohen Verlust an Blind- und Oberschwingungsleistung.

- Zur Reduktion der Oberschwingungen und damit zur Erhöhung des
- 30 Leistungsfaktors wird eine sogenannte Leistungsfaktorkorrektur (Power Factor Correction, PFC) durchgeführt. Die Leistungsfaktorkorrektur führt dazu, dass Spannung und Strom in Phase verlaufen. Die relative Stromamplitude folgt der relativen Spannungsamplitude. Als
- 35 Folge davon verhält sich die Eingangsschaltung gegenüber dem Netz nahezu als ohmscher Widerstand.

Eine heutige Leistungsfaktorkorrekturschaltung, die beispielsweise in einem sogenannten elektronischen Vorschaltgerät (EVG) realisiert ist, wird bei einer Schaltfrequenz aus dem Bereich von 20 kHz bis 100 kHz betrieben. Bei diesen Schaltfrequenzen ist ein hoher Wirkungsgrad und eine gute Leistungsfaktorkorrektur möglich. Bei einer bestimmten Leistung kann allerdings die Baugröße des EVGs aufgrund der für erforderlichen Induktivitäten und Kapazitäten nur begrenzt verringert werden. Eine deutliche Verringerung der Baugröße des EVGs beziehungsweise der Leistungsfaktorkorrekturschaltung ließe sich beispielsweise durch Erhöhung der Schaltfrequenz erreichen. Bei einer Schaltfrequenz aus dem MHz-Bereich verringert sich allerdings der Wirkungsgrad der Leistungsfaktorkorrekturschaltung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine elektrische Schaltung anzugeben, die als Leistungsfaktorkorrekturschaltung verwendet werden kann, wobei auch bei einer Schaltfrequenz aus dem MHz-Bereich eine gute Leistungsfaktorkorrektur bei hohem Wirkungsgrad möglich sein soll.

Gemäß einer ersten Lösung der Aufgabe wird eine elektrische Schaltung zur Spannungswandlung angegeben, aufweisend mindestens einen Eingangsanschluss zum Einspeisen einer elektrischen Eingangsleistung durch Anlegen einer sich zeitlich gegenüber einem elektrischen Bezugspotential ändernden, positiven elektrischen Gleichspannung, mindestens einen Bezugspotentialanschluss zum Anlegen des Bezugspotentials, mindestens einen Ausgangsanschluss zur Entnahme einer elektrischen Ausgangsleistung, mindestens eine Eingangsdiode mit einer Anode und einer Kathode, mindestens eine Ausgangsdiode mit einer Anode und einer Kathode, mindestens eine Eingangskapazität mit einer Elektrode und einer Gegenelektrode, mindestens eine Transferkapazität mit einer Elektrode und einer Gegenelektrode, mindestens eine Eingangsinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und

einem weiteren Induktivitätsanschluss und mindestens eine Fußpunktsinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und einem weiteren Induktivitätsanschluss, wobei die Anode der Eingangsdiode und der Eingangsanschluss einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, die Kathode der Eingangsdiode, der Induktivitätsanschluss der Eingangsinduktivität und die Elektrode der Eingangskapazität einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, die Gegenelektrode der Eingangskapazität, der Bezugspotentialanschluss und der Induktivitätsanschluss der Fußpunktsinduktivität einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, der weitere Induktivitätsanschluss der Eingangsinduktivität und die Elektrode der Transferkapazität einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, die Gegenelektrode der Transferkapazität und der weitere Induktivitätsanschluss der Fußpunktsinduktivität einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, ein Hochfrequenzschalter zum Herstellen und/oder Unterbrechen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Bezugspotentialanschluss und dem gemeinsamen Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der Eingangsinduktivität und der Elektrode der Transferkapazität und ein Mittel zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss vorhanden sind, wobei das Mittel die Fußpunktsinduktivität und die Ausgangsdiode aufweist und die Kathode der Ausgangsdiode mit dem Ausgangsanschluss einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen.

Gemäß einer zweiten Lösung der Aufgabe wird eine elektrische Schaltung zur Spannungswandlung angegeben, aufweisend mindestens einen Eingangsanschluss zum Einspeisen einer elektrischen Eingangsleistung durch Anlegen einer sich zeitlich gegenüber einem elektrischen Bezugspotential ändernden, negativen elektrischen Gleichspannung, mindestens einen Bezugspotentialanschluss zum Anlegen des Bezugspotentials, mindestens einen Ausgangsanschluss zur Entnahme einer elektrischen Ausgangsleistung, mindestens eine Eingangsdiode mit einer Anode und einer Kathode, mindestens

eine Ausgangsdiode mit einer Anode und einer Kathode,
mindestens eine Eingangskapazität mit einer Elektrode und
einer Gegenelektrode, mindestens eine Transferkapazität mit
einer Elektrode und einer Gegenelektrode, mindestens eine
5 Eingangsinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und
einem weiteren Induktivitätsanschluss und mindestens eine
Fußpunktsinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und
einem weiteren Induktivitätsanschluss, wobei die Kathode der
Eingangsdiode und der Eingangsanschluss einen gemeinsamen
10 Knotenpunkt aufweisen, die Anode der Eingangsdiode, der
Induktivitätsanschluss der Eingangsinduktivität und die
Elektrode der Eingangskapazität einen gemeinsamen Knotenpunkt
aufweisen, die Gegenelektrode der Eingangskapazität, der
Bezugspotentialanschluss und der Induktivitätsanschluss der
15 Fußpunktsinduktivität einen gemeinsamen Knotenpunkt
aufweisen, der weitere Induktivitätsanschluss der
Eingangsinduktivität und die Elektrode der Transferkapazität
einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen, die Gegenelektrode
der Transferkapazität und der weitere Induktivitätsanschluss
20 der Fußpunktsinduktivität einen gemeinsamen Knotenpunkt
aufweisen, ein Hochfrequenzschalter zum Herstellen und/oder
Unterbrechen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen
dem Bezugspotentialanschluss und dem gemeinsamen Knotenpunkt
des weiteren Induktivitätsanschlusses der
25 Eingangsinduktivität und der Elektrode der Transferkapazität
und ein Mittel zum Weiterleiten der elektrischen
Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss vorhanden sind,
wobei das Mittel die Fußpunktsinduktivität und die
Ausgangsdiode aufweist und die Anode der Ausgangsdiode mit
30 dem Ausgangsanschluss einen gemeinsamen Knotenpunkt
aufweisen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung werden die
beschriebenen elektrischen Schaltungen zur
35 Leistungsfaktorkorrektur verwendet, wobei eine eingespeiste
elektrische Eingangsleistung leistungsfaktorkorrigiert wird.

Die aus dem Netz entnommene Leistung wird im Leistungsfaktor korrigiert.

- Die beiden Lösungen der Aufgabe unterscheiden sich dadurch, dass die elektrische Eingangsleistung gemäß der ersten Lösung durch Anlegen einer gegenüber dem Bezugspotential positiven Gleichspannung und gemäß der zweiten Lösung durch Anlegen einer gegenüber dem Bezugspotential negativen Gleichspannung eingespeist werden kann. Dementsprechend sind die Kontaktierungen der Eingangsdiode und der Ausgangsdiode der beiden Lösungen zueinander entgegengesetzt. Der Bezugspotentialanschluss ist beispielsweise geerdet, so dass das Bezugspotential das Erdpotential ist.
- Die angelegte Gleichspannung ist vornehmlich eine mit einer relativ niedrigen Frequenz pulsierende Gleichspannung. Beispielsweise wird die Gleichspannung mit Hilfe einer Gleichrichterschaltung aus einer üblichen, sinusförmigen Wechselspannung eines öffentlichen Stromnetzes gewonnen. Somit liegt am Eingangsanschluss beispielsweise eine mit einer Frequenz von 100 Hz pulsierende Gleichspannung von 230 V an. Denkbar ist auch, dass die Eingangsleistung mit Hilfe einer stark gestörten Netzspannung mit überlagerten Strompulsen eingespeist wird.
- Durch die elektrischen Schaltungen wird die Eingangsleistung leistungsfaktorkorrigiert. Entsprechend der Schaltfrequenz des Hochfrequenzschalters wird die Ausgangsleistung aus der elektrischen Schaltung ausgekoppelt. Eine Schaltfrequenz des Hochfrequenzschalters ist aus dem MHz-Frequenzbereich gewählt. Es wird eine Ausgangsleistung aus der elektrischen Schaltung entnommen, die eine mit der Schaltfrequenz des Hochfrequenzschalters pulsierende Gleichspannung aufweist. Dabei hat sich gezeigt, dass basierend auf den beschriebenen Schaltungen bei guter Leistungsfaktorkorrektur auch bei einer Schaltfrequenz aus dem MHz-Frequenzbereich ein hoher Wirkungsgrad von 80% bis 95% erzielt werden kann. Dies ist

insbesondere dann möglich, wenn hochfrequenztaugliche Bauelemente (Schalttransistoren, Kapazitäten, Induktivitäten und Dioden) für die elektrischen Schaltungen verwendet werden.

5

In einer besonderen Ausgestaltung weist das Mittel zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss den gemeinsame Knotenpunkt der Gegenelektrode der Transferkapazität und des weiteren

10 Induktivitätsanschlusses der Fußpunktsinduktivität auf. Gemäß einer Weiterbildung der ersten Lösung sind dieser Knotenpunkt und die Anode der Ausgangsdiode elektrisch leitend verbunden. Gemäß einer Weiterbildung der zweiten Lösung sind dieser Knotenpunkt und die Kathode der Ausgangsdiode elektrisch
15 leitend verbunden.

Beispielsweise wird ein Hochfrequenzschalter mit einem Schalttransistor verwendet. Der Hochfrequenzschalter wird durch einen Schalttransistor verkörpert. Bei geeigneter
20 Abstimmung der reaktiven Bauelemente, der Schaltfrequenz und einer Einschaltdauer des Hochfrequenzschalters kann eine deutliche Schalt-Entlastung des Schalttransistors erzielt werden. Eine Einschaltspannung des Schalttransistors kann dabei um bis zu 80% reduziert werden, wodurch nahezu ein
25 sogenanntes zero voltage switching (ZVS) realisiert werden kann. Es tritt bei niedriger Sperrspannungsbelastung des Schalttransistors ein niedriger Schaltverlust des Hochfrequenzschalters auf, der zum hohen Wirkungsgrad der Schaltung beiträgt.

30

In einer besonderen Ausgestaltung umfasst das Mittel zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung mindestens einen weiteren Bezugspotentialanschluss zum Anlegen eines weiteren Bezugspotentials und mindestens einen Transformator,
35 der mindestens eine Primärinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und einem weiteren Induktivitätsanschluss und mindestens eine

Sekundärinduktivität mit einem Induktivitätsanschluss und einem weiteren Induktivitätsanschluss aufweist, wobei die Primärinduktivität die Fußpunktsinduktivität aufweist und der Induktivitätsanschluss der Sekundärinduktivität und der weitere Bezugspotentialanschluss einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen. Gemäß einer Weiterbildung der ersten Lösung weisen der weitere Induktivitätsanschluss und die Anode der Ausgangsdiode einen gemeinsamen Knotenpunkt auf. Gemäß einer Weiterbildung der zweiten Lösung weisen der weitere Induktivitätsanschluss und die Kathode der Ausgangsdiode einen gemeinsamen Knotenpunkt auf.

Der Bezugspotentialanschluss und der weitere Bezugspotentialanschluss können einen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen. Das Bezugspotential und das weitere Bezugspotential können somit gleich sein. Die Bezugspotentialanschlüsse können aber auch keinen gemeinsamen Knotenpunkt aufweisen. Bezugspotential und weiteres Bezugspotential können sich somit auch voneinander unterscheiden.

Im Vergleich zu den vorangegangenen Beispielen wird an Stelle der Fußpunktsinduktivität ein Transformator verwendet. Die Primärinduktivität des Transformators übernimmt die Funktion der Fußpunktsinduktivität der elektrischen Schaltung. Primärinduktivität und Sekundärinduktivität sind miteinander gekoppelt. Eine Sperrspannungsbelastung des Schalttransistors bei Verwendung eines Transformators ist im Vergleich zur Sperrspannungsbelastung des Schalttransistors bei Verwendung der Fußpunktsinduktivität gemäß vorhergehend beschriebener Ausführungsformen mit einem Faktor von 1,3 bis 2,0 deutlich höher. Dafür kann mit Hilfe des Transformators eine normgerechte galvanische Trennung zwischen Eingangsanschluss und Ausgangsanschluss realisiert werden.

In einer besonderen Ausgestaltung weist das Mittel zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung

- mindestens eine Ausgangskapazität mit einer Elektrode und einer Gegenelektrode auf, wobei die Gegenelektrode der Ausgangskapazität und der gemeinsame Knotenpunkt des weiteren Bezugspotentialanschlusses und des Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität elektrisch leitend verbunden sind.
- 5 In Weiterbildung der ersten Lösung sind die Elektrode der Ausgangskapazität und der gemeinsame Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität und der Anode der Ausgangsdiode elektrisch leitend verbunden. Dagegen
- 10 sind in Weiterbildung der zweiten Lösung die Elektrode der Ausgangskapazität und der gemeinsame Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität und der Kathode der Ausgangsdiode elektrisch leitend verbunden.
- 15 In einer besonderen Ausgestaltung ist der Transformator ein Hochfrequenz-Hochvolt (HF-HV)-Transformator. Ein derartiger Transformator wurde beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung 10232952.4 vorgeschlagen. Der Transformator kann trotz kleiner Baugröße bei einer Frequenz von bis zu 200
- 20 MHz und einer Spannung von bis zu 2000 V betrieben werden. Der Transformator zeichnet sich durch einen hohen Leistungsdurchsatz, eine hohe Güte und damit geringe Verluste aus.
- 25 In einer weiteren Ausgestaltung ist zur Schaltentlastung des Hochfrequenzschalters mindestens eine Abstimmkapazität mit einer Elektrode und einer Gegenelektrode vorhanden ist, wobei die Elektrode der Abstimmkapazität und der gemeinsame Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der
- 30 Eingangsinduktivität und der Elektrode der Transferkapazität elektrisch leitend verbunden sind und die Gegenelektrode der Abstimmkapazität und der Bezugspotentialanschluss elektrisch leitend verbunden sind. Mit Hilfe der Abstimmkapazität kann die Be- bzw. Entlastung des Schalttransistors des
- 35 Hochfrequenzschalters relativ leicht manipuliert und somit der Wirkungsgrad der Schaltung optimiert werden. Damit kann

beispielsweise das bereits oben erwähnte zero voltage switching erreicht werden.

Der Hochfrequenzschalter weist beispielsweise einen IGBT oder
5 einen Hochfrequenz-Bipolar-Transistor auf. Insbesondere weist
der Hochfrequenzschalter mindestens einen MOS-Transistor auf.
Gemäß der ersten Lösung ist der MOS-Transistor als n-Kanal-
MOSFET, gemäß der zweiten Lösung als p-Kanal-MOSFET
ausgestaltet. Der MOS-Transistor ist insbesondere ein
10 CoolMOS®-Transistor. Diese Transistoren sind für
Hochfrequenzanwendungen geeignet. Insbesondere weist der
Hochfrequenzschalter eine aus dem Bereich von einschließlich
500 kHz bis einschließlich 200 MHz ausgewählte Schaltfrequenz
auf. Eine gute Leistungsfaktorkorrektur kann auch bei diesen
15 hohen Schaltfrequenzen mit einem hohen Wirkungsgrad erzielt
werden. Die Schaltfrequenz beträgt beispielsweise etwa 2,7
MHz. Die Einschaltdauer (Dauer des hergestellten Kontakts
zwischen dem weiteren Induktivitätsanschluss der
Eingangsimpedanz, der Elektrode der Transferkapazität und
20 des Bezugspotentialanschlusses) beträgt beispielsweise etwa
80 ns.

Die elektrischen Schaltungen können zur Leistungsregelung
herangezogen werden. Dies erfolgt insbesondere durch
25 Pulsweitenmodulation, bei der einzelne Pulse unterdrückt
werden. Alternativ dazu kann zur Leistungsregelung auch die
Einschaltdauer des Hochfrequenzschalters variiert werden.

Insbesondere sind neben dem Hochfrequenzschalter die weiteren
30 Bauelemente der elektrischen Schaltung hochfrequenztauglich.
So weisen die Eingangskapazität und/oder die
Transferkapazität mindestens einen Hochfrequenzkondensator
mit einer aus dem Bereich von einschließlich 10 pF bis
einschließlich 1000 pF ausgewählten Kapazität auf. Die
35 Abstimmkapazität weist mindestens einen
Hochfrequenzkondensator mit einer aus dem Bereich von
einschließlich 10 pF bis einschließlich 200 pF ausgewählten

10

Kapazität auf. Die Ausgangskapazität weist mindestens einen Hochfrequenzkondensator mit einer aus dem Bereich von einschließlich 300 pF bis einschließlich 3000 pF ausgewählten Kapazität auf. Vorteilhaft weisen die Eingangsinduktivität, die Fußpunktsinduktivität, die Primärinduktivität und/oder die Sekundärinduktivität eine aus dem Bereich von einschließlich 0,3 μ H bis 100 μ H ausgewählte Induktivität auf. Insbesondere ist die Induktivität aus dem Bereich von 4 μ H bis 40 μ H ausgewählt. Die Eingangsdiode und/oder die Ausgangsdiode ist vorteilhaft eine Schottkydiode. Insbesondere weist die Schottkydiode mindestens ein aus der Gruppe SiC (Siliziumcarbid) und/oder GaAs (Galliumarsenid) ausgewähltes Diodenmaterial auf.

Zusammenfassend ergeben sich mit der Erfindung folgende wesentlichen Vorteile:

- Die elektrischen Schaltungen bestehen aus einer relativ geringen Anzahl von Bauelementen.
- Durch die geringe Anzahl von Bauelementen und durch die Verwendung von hochfrequenztauglichen Induktivitäten und Kapazitäten kann der Aufbau der elektrischen Schaltungen miniaturisiert werden.
- Mit den elektrischen Schaltungen ist eine sehr gute Leistungsfaktorkorrektur mit einem hohen Wirkungsgrad von 80% bis 95% im MHz-Frequenzbereich erzielbar.
- Die Schaltungen können zur Leistungsregelung herangezogen werden.

Anhand mehrerer Beispiele und der dazugehörigen schematischen Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher beschrieben.

Die Figuren 1 bis 4 zeigen jeweils ein Schaltbild einer elektrischen Schaltung zur Spannungswandlung.

11

Die elektrischen Schaltungen I (Figur 1), II (Figur 2), III (Figur 3) und IV (Figur 4) weisen einen Eingangsanschluss 1 zum Einspeisen einer elektrischen Eingangsleistung durch Anlegen einer sich zeitlich gegenüber einem Bezugspotential

5 ändernden elektrischen Gleichspannung, einen Bezugspotentialanschluss 2 zum Anlegen des Bezugspotentials und einen Ausgangsanschluss 3 zur Entnahme einer elektrischen Ausgangsleistung auf. Als reaktive Bauelemente weisen die elektrischen Schaltungen eine Eingangsdiode 4, eine

10 Ausgangsdiode 5, eine Eingangskapazität 6, eine Transferkapazität 7, eine Eingangsinduktivität 8, eine Fußpunktsinduktivität 9 und einen Hochfrequenzschalter 10 auf. Daneben ist jeweils ein Mittel 11 zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss 3

15 vorhanden, wobei die Ausgangsdiode 3 und die Fußpunktsinduktivität 9 die wesentlichen des Mittels 11 sind. Zusätzlich verfügen die elektrischen Schaltungen I bis IV jeweils über eine Abstimmkapazität 12 zur Manipulation der Schaltentlastung des Hochfrequenzschalters 10. Die

20 Abstimmkapazität 12 ist aber für die Funktion der Schaltungen I - IV nicht unbedingt notwendig. Daher ist die Abstimmkapazität 12 in weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen weggelassen.

25 Die Bauelemente sind hochfrequenztauglich. Eingangsdiode 4 und Ausgangsdiode 5 sind jeweils Schottkydioden mit SiC als Diodenmaterial. Alternativ dazu ist das Diodenmaterial der Schottkydioden GaAs. Die Eingangskapazität 6 weist einen Hochfrequenzkondensator mit einer Kapazität von etwa 500 pF

30 auf. Die Abstimmkapazität 12 weist einen Hochfrequenzkondensator mit einer Kapazität von etwa 100 pF und die Transferkapazität 7 einen Hochfrequenzkondensator mit einer Kapazität von etwa 250 pF auf. Die Induktivität der Eingangsinduktivität 8 und Fußpunktsinduktivität 9 ist aus

35 dem Bereich von 4 μ H bis 40 μ H ausgewählt. Der Hochfrequenzschalter 10 weist einen CoolMOS®-Transistor auf

und kann mit einer Schaltfrequenz aus dem Bereich von 500 kHz bis 200 MHz betrieben werden.

Die am Eingangsanschluss 1 anzulegende Gleichspannung ist
5 eine von einer Netzwechselspannung durch Gleichrichtung in
einer nicht dargestellten Gleichrichterschaltung erzeugte
pulsierende Gleichspannung von 230 V und einer Frequenz von
100 Hz. Am Ausgangsanschluss 3 ist über eine nicht
dargestellte Last die elektrische Ausgangsleistung
10 entnehmbar.

Die Elemente der Schaltungen I bis IV sind wie folgt
zueinander angeordnet:

- 15 - Jeweils eine der Elektroden (Anode 41 oder Kathode 42)
der Eingangsdiode 4 und der Eingangsanschluss 1 sind
elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den
gemeinsamen Knotenpunkt 100 oder 108 auf.
- Die jeweilige Gegenelektrode (Kathode 42 oder Anode 41)
20 der Eingangsdiode 4, der Induktivitätsanschluss 81 der
Eingangsinduktivität 8 und die Elektrode 61 der
Eingangskapazität 6 sind elektrisch leitend miteinander
verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 101
auf.
- 25 - Die Gegenelektrode 62 der Eingangskapazität 6, der
Bezugspotentialanschluss 2 und der
Induktivitätsanschluss 91 der Fußpunktsinduktivität 9
sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen
den gemeinsamen Knotenpunkt 102 auf.
- 30 - Der weitere Induktivitätsanschluss 82 der
Eingangsinduktivität 8 und die Elektrode 71 der
Transferkapazität 7 sind elektrisch leitend miteinander
verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 103
auf.
- 35 - Die Gegenelektrode 72 der Transferkapazität 7 und der
weitere Induktivitätsanschluss 92 der
Fußpunktsinduktivität 9 sind elektrisch leitend

13

miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 104 auf.

- Der Hochfrequenzschalter 10 ist derart angeordnet, dass eine elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Bezugspotentialanschluss 2 und dem gemeinsamen Knotenpunkt 103 des weiteren Induktivitätsanschlusses 82 der Eingangsinduktivität 8 und der Elektrode 71 der Transferkapazität 7 mit der Schaltfrequenz des Hochfrequenzschalters 10 hergestellt und/oder unterbrochen werden kann.
- Jeweils eine der Elektroden (Anode 51 oder Kathode 52) der Ausgangsdiode 5 und der Ausgangsanschluss 3 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 105 oder 110 auf.

Beispiel 1:

Das Schaltbild der zugehörigen elektrischen Schaltung I ist in Figur 1 dargestellt. Über den Eingangsanschluss 1 wird eine positive Gleichspannung angelegt (erste Lösung der zugrunde liegenden Aufgabe). Die Anode 41 der Eingangsdiode 4 und der Eingangsanschluss 1 weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 100 auf. Die Kathode 42 der Eingangsdiode 4 weist zusammen mit dem Induktivitätsanschluss 81 der Eingangsinduktivität 8 und der Elektrode 61 der Eingangskapazität 6 den gemeinsamen Knotenpunkt 101 auf.

Das Mittel 11 zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss 3 weist den gemeinsamen Knotenpunkt 104 der Gegenelektrode 72 der Transferkapazität 7 und des weiteren Induktivitätsanschlusses 92 der Fußpunktsinduktivität 9 auf. Dieser Knotenpunkt 104 und die Anode 51 der Ausgangsdiode 5 sind elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Kathode 52 der Ausgangsdiode 5 und der Ausgangsanschluss 3 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 105 auf.

Beispiel 2:

Das Schaltbild der dazugehörigen elektrischen Schaltung II ist in Figur 2 dargestellt. Im Unterschied zum

5 vorangegangenen Beispiel 1 weist hier das Mittel 11 zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss 3 einen weiteren Bezugspotentialanschluss 13 zum Anlegen eines weiteren Bezugspotentials, einen Transformator 14 und eine Ausgangskapazität 17 auf. Der
10 Transformator 14 ist ein HF-HV-Transformator und besteht aus der Primärinduktivität 15 und der Sekundärinduktivität 16. Primärinduktivität 15 und Sekundärinduktivität 16 sind miteinander gekoppelt. Die Primärinduktivität 15 ist die Fußpunktsinduktivität 9. Die Induktivität der
15 Sekundärinduktivität 16 ist wie die Induktivität der Primärinduktivität 15 (Fußpunktsinduktivität 9) aus dem Bereich von 4 μH bis 40 μH ausgewählt. Die Ausgangskapazität 17 weist einen Hochfrequenzkondensator mit einer Kapazität von etwa 1500 pF auf.

20

Primärinduktivität 15, Sekundärinduktivität 16, weiterer Bezugspotentialanschluss 13 und Ausgangskapazität 17 sind wie folgt angeordnet:

- 25 - Der Induktivitätsanschluss 161 der Sekundärinduktivität 16 und der weitere Bezugspotentialanschluss 13 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 106 auf.
- Der weitere Induktivitätsanschluss 162 und die Anode 51
30 der Ausgangsdiode 5 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 107 auf.
- Die Gegenelektrode 172 der Ausgangskapazität 17 und der gemeinsame Knotenpunkt 106 des weiteren
35 Induktivitätsanschlusses 161 der Sekundärinduktivität 16 sind elektrisch leitend miteinander verbunden.

15

- Die Elektrode 171 der Ausgangskapazität 17 und der gemeinsame Knotenpunkt 107 des weiteren Induktivitätsanschlusses 162 der Sekundärinduktivität 16 und der Anode 51 der Ausgangsdiode 5 sind elektrisch leitend miteinander verbunden.

Beispiel 3:

Das Schaltbild der zugehörigen elektrischen Schaltung III ist in Figur 3 dargestellt. Im Unterschied zum Beispiel 1 wird über den Eingangsanschluss 1 eine negative Gleichspannung angelegt (zweite Lösung der zugrunde liegenden Aufgabe). Die Kathode 42 der Eingangsdiode 4 und der Eingangsanschluss 1 weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 108 auf. Die Anode 41 der Eingangsdiode 4 weist zusammen mit dem Induktivitätsanschluss 81 der Eingangsinduktivität 8 und der Elektrode 61 der Eingangskapazität 6 den gemeinsamen Knotenpunkt 109 auf.

Das Mittel 11 zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss 3 weist wie im Beispiel 1 den gemeinsamen Knotenpunkt 104 der Gegenelektrode 72 der Transferkapazität 7 und des weiteren Induktivitätsanschlusses 92 der Fußpunktsinduktivität 9 auf. Im Gegensatz zum Beispiel 1 ist dieser Knotenpunkt 104 und die Kathode 52 der Ausgangsdiode 5 elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Anode 52 der Ausgangsdiode 5 und der Ausgangsanschluss 3 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 110 auf.

Beispiel 4:

Das Schaltbild der zugehörigen elektrischen Schaltung IV ist in Figur 4 dargestellt. Im Unterschied zum Beispiel 2 wird über den Eingangsanschluss 1 eine negative Gleichspannung angelegt. Daraus ergeben sich im Vergleich zum Beispiel 2 folgende Unterschiede in der Anordnung der Elemente:

16

- Der weitere Induktivitätsanschluss 162 und die Kathode 52 der Ausgangsdiode 5 sind elektrisch leitend miteinander verbunden und weisen den gemeinsamen Knotenpunkt 111 auf.
 - Die Elektrode 171 der Ausgangskapazität 17 und der gemeinsame Knotenpunkt 111 des weiteren Induktivitätsanschlusses 162 der Sekundärinduktivität 16 und der Kathode 52 der Ausgangsdiode 5 sind elektrisch leitend miteinander verbunden.
- 10 Die beschriebenen elektrischen Schaltungen I bis IV werden zur Leistungsfaktorkorrektur verwendet, wobei die eingespeiste elektrische Eingangsleistung
- 15 leistungsfaktorkorrigiert wird. Dies bedeutet, dass die Phasen von Strom und Spannung in Phase gebracht werden. Die maximalen Amplituden von Strom und Spannung kommen zeitlich zur Deckung. Die über die pulsierende Gleichspannung (Frequenz von 100 Hz) eingespeiste Eingangsleistung wird mit einem Wirkungsgrad von 80% bis 95% in eine Ausgangsleistung
- 20 umgewandelt. Die Ausgangsleistung wird mit einer mit der Schaltfrequenz der Hochfrequenzschalters pulsierenden Gleichspannung entnommen.

Bezugszeichenliste

I-IV Elektrische Schaltungen

5	1	Eingangsanschluss
	2	Bezugspotentialanschluss
	3	Ausgangsanschluss
	4	Eingangsdiode
	5	Ausgangsdiode
10	6	Eingangskapazität
	7	Transferkapazität
	8	Eingangsinduktivität
	9	Fußpunktsinduktivität
	10	Hochfrequenzschalter
15	11	Mittel zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss
	12	Abstimmkapazität
	13	Weiterer Bezugspotentialanschluss
	14	Transformator
20	15	Primärinduktivität des Transformators
	16	Sekundärinduktivität des Transformators
	17	Ausgangskapazität
	41	Anode der Eingangsdiode
25	42	Kathode der Eingangsdiode
	51	Anode der Ausgangsdiode
	52	Kathode der Ausgangsdiode
30	61	Elektrode der Eingangskapazität
	62	Gegenelektrode der Eingangskapazität
	71	Elektrode der Transferkapazität
	72	Gegenelektrode der Transferkapazität
35	81	Induktivitätsanschluss der Eingangsinduktivität
	82	Weiterer Induktivitätsanschluss der Eingangsinduktivität

- 91 Induktivitätsanschluss der Fußpunktsinduktivität
92 Weiterer Induktivitätsanschluss der Fußpunktsinduktivität
- 5
- 100 Gemeinsamer Knotenpunkt des Eingangsanschlusses und der Anode der Eingangsdiode
101 Gemeinsamer Knotenpunkt der Kathode der Eingangsdiode, des Induktivitätsanschlusses der Eingangsinduktivität und der Elektrode der Eingangskapazität
- 10
- 102 Gemeinsamer Knotenpunkt der Gegenelektrode der Eingangskapazität, des Induktivitätsanschlusses der Fußpunktsinduktivität und des Bezugspotentialanschlusses
103 Gemeinsamer Knotenpunkt des weiteren
- 15
- Induktivitätsanschlusses der Eingangsinduktivität und der Elektrode der Transferkapazität
104 Gemeinsamer Knotenpunkt der Gegenelektrode der Transferkapazität und des weiteren Induktivitätsanschlusses der Fußpunktsinduktivität
- 20
- 105 Gemeinsamer Knotenpunkt des Ausgangsanschlusses und der Kathode der Ausgangsdiode
106 Gemeinsamer Knotenpunkt des weiteren Bezugspotentialanschlusses und des Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität
- 25
- 107 Gemeinsamer Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität und der Anode der Ausgangsdiode
108 Gemeinsamer Knotenpunkt des Eingangsanschlusses und der Kathode der Eingangsdiode
- 30
- 109 Gemeinsamer Knotenpunkt der Anode der Eingangsdiode, des Induktivitätsanschlusses der Eingangsinduktivität und der Elektrode der Eingangskapazität
110 Gemeinsamer Knotenpunkt des Ausgangsanschlusses und der Anode der Ausgangsdiode
- 35
- 111 Gemeinsamer Knotenpunkt des weiteren Induktivitätsanschlusses der Sekundärinduktivität und der Anode der Ausgangsdiode

- 121 Elektrode der Abstimmkapazität
- 122 Gegenelektrode der Abstimmkapazität

5

- 151 Induktivitätsanschluss der Primärinduktivität des Transformators
- 152 Weiterer Induktivitätsanschluss der Primärinduktivität des Transformators

10

- 161 Induktivitätsanschluss der Sekundärinduktivität des Transformators
- 162 Weiterer Induktivitätsanschluss der Sekundärinduktivität des Transformators

15

- 171 Elektrode der Ausgangskapazität
- 172 Gegenelektrode der Transferkapazität

Patentansprüche

1. Elektrische Schaltung (I, II) zur Spannungswandlung, aufweisend
- 5 - mindestens einen Eingangsanschluss (1) zum Einspeisen einer elektrischen Eingangsleistung durch Anlegen einer sich zeitlich gegenüber einem elektrischen Bezugspotential ändernden, positiven elektrischen Gleichspannung,
- 10 - mindestens einen Bezugspotentialanschluss (2) zum Anlegen des Bezugspotentials,
- mindestens einen Ausgangsanschluss (3) zur Entnahme einer elektrischen Ausgangsleistung,
- mindestens eine Eingangsdiode (4) mit einer Anode (41)
- 15 und einer Kathode (42),
- mindestens eine Ausgangsdiode (5) mit einer Anode (51) und einer Kathode (52),
- mindestens eine Eingangskapazität (6) mit einer Elektrode (61) und einer Gegenelektrode (62),
- 20 - mindestens eine Transferkapazität (7) mit einer Elektrode (71) und einer Gegenelektrode (72),
- mindestens eine Eingangsinduktivität (8) mit einem Induktivitätsanschluss (81) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (82) und
- 25 - mindestens eine Fußpunktsinduktivität (9) mit einem Induktivitätsanschluss (91) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (92),
- wobei
- die Anode (41) der Eingangsdiode (4) und der
- 30 Eingangsanschluss (1) einen gemeinsamen Knotenpunkt (100) aufweisen,
- die Kathode (42) der Eingangsdiode (4), der Induktivitätsanschluss (81) der Eingangsinduktivität (8) und die Elektrode (61) der Eingangskapazität (6) einen
- 35 gemeinsamen Knotenpunkt (101) aufweisen,
- die Gegenelektrode (62) der Eingangskapazität (6), der Bezugspotentialanschluss (2) und der

21

- Induktivitätsanschluss (91) der Fußpunktsinduktivität (9) einen gemeinsamen Knotenpunkt (102) aufweisen,
- 5 - der weitere Induktivitätsanschluss (82) der Eingangsinduktivität (8) und die Elektrode (71) der Transferkapazität (7) einen gemeinsamen Knotenpunkt (103) aufweisen,
- 10 - die Gegenelektrode (72) der Transferkapazität (7) und der weitere Induktivitätsanschluss (92) der Fußpunktsinduktivität (9) einen gemeinsamen Knotenpunkt (104) aufweisen,
- 15 - ein Hochfrequenzschalter (10) zum Herstellen und/oder Unterbrechen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Bezugspotentialanschluss (2) und dem gemeinsamen Knotenpunkt (103) des weiteren Induktivitätsanschlusses (82) der Eingangsinduktivität (8) und der Elektrode (71) der Transferkapazität (7) und
- 20 - ein Mittel (11) zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss (3) vorhanden sind, wobei das Mittel (11) die Fußpunktsinduktivität (9) und die Ausgangsdiode (5) aufweist und die Kathode (52) der Ausgangsdiode (5) mit dem Ausgangsanschluss (3) einen gemeinsamen Knotenpunkt (105) aufweisen.
2. Schaltung nach Anspruch 1, wobei das Mittel (11) zum
- 25 Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss (3)
- den gemeinsame Knotenpunkt (104) der Gegenelektrode (72) der Transferkapazität (7) und des weiteren Induktivitätsanschlusses (92) der Fußpunktsinduktivität
- 30 (9) aufweist und
- dieser Knotenpunkt (104) und die Anode (51) der Ausgangsdiode (5) elektrisch leitend verbunden sind.
3. Schaltung nach Anspruch 1, wobei das Mittel (11) zum
- 35 Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung
- mindestens einen weiteren Bezugspotentialanschluss (13) zum Anlegen eines weiteren Bezugspotentials und

- mindestens einen Transformator (14) umfasst, der
 - mindestens eine Primärinduktivität (15) mit einem Induktivitätsanschluss (151) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (152) und
 - 5 - mindestens eine Sekundärinduktivität (16) mit einem Induktivitätsanschluss (161) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (162) aufweist, wobei
 - die Primärinduktivität (15) die Fußpunktsinduktivität
 - 10 (9) aufweist,
 - der Induktivitätsanschluss (161) der Sekundärinduktivität (16) und der weitere Bezugspotentialanschluss (13) einen gemeinsamen Knotenpunkt (106) und
 - 15 - der weitere Induktivitätsanschluss (162) und die Anode (51) der Ausgangsdiode (5) einen gemeinsamen Knotenpunkt (107) aufweisen.
4. Schaltung nach Anspruch 3, wobei das Mittel (11) zum
- 20 Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung
- mindestens eine Ausgangskapazität (17) mit einer Elektrode (171) und einer Gegenelektrode (172) aufweist,
- die Gegenelektrode (172) der Ausgangskapazität (17) und der gemeinsame Knotenpunkt (106) des weiteren
- 25 Bezugspotentialanschlusses (13) und des Induktivitätsanschlusses (161) der Sekundärinduktivität (16) elektrisch leitend verbunden sind und
- die Elektrode (171) der Ausgangskapazität (17) und der gemeinsame Knotenpunkt (107) des weiteren
- 30 Induktivitätsanschlusses (162) der Sekundärinduktivität (16) und der Anode (51) der Ausgangsdiode (5) elektrisch leitend verbunden sind.
5. Elektrische Schaltung (III, IV) zur Spannungswandlung,
- 35 aufweisend
- mindestens einen Eingangsanschluss (1) zum Einspeisen einer elektrischen Eingangsleistung durch Anlegen einer

sich zeitlich gegenüber einem elektrischen Bezugspotential ändernden, negativen elektrischen Gleichspannung,

- mindestens einen Bezugspotentialanschluss (2) zum
5 Anlegen des Bezugspotentials,
- mindestens einen Ausgangsanschluss (3) zur Entnahme einer elektrischen Ausgangsleistung,
- mindestens eine Eingangsdiode (4) mit einer Anode (41) und einer Kathode (42),
- 10 - mindestens eine Ausgangsdiode (5) mit einer Anode (51) und einer Kathode (52),
- mindestens eine Eingangskapazität (6) mit einer Elektrode (61) und einer Gegenelektrode (62),
- mindestens eine Transferkapazität (7) mit einer
15 Elektrode (71) und einer Gegenelektrode (72),
- mindestens eine Eingangsinduktivität (8) mit einem Induktivitätsanschluss (81) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (82) und
- mindestens eine Fußpunktsinduktivität (9) mit einem
20 Induktivitätsanschluss (91) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (92),
wobei
- die Kathode (42) der Eingangsdiode (4) und der Eingangsanschluss (1) einen gemeinsamen Knotenpunkt
25 (108) aufweisen,
- die Anode (41) der Eingangsdiode (4), der Induktivitätsanschluss (81) der Eingangsinduktivität (8) und die Elektrode (61) der Eingangskapazität (6) einen gemeinsamen Knotenpunkt (109) aufweisen,
- 30 - die Gegenelektrode (62) der Eingangskapazität (6), der Bezugspotentialanschluss (2) und der Induktivitätsanschluss (91) der Fußpunktsinduktivität (9) einen gemeinsamen Knotenpunkt (102) aufweisen,
- der weitere Induktivitätsanschluss (82) der
35 Eingangsinduktivität (8) und die Elektrode (71) der Transferkapazität (7) einen gemeinsamen Knotenpunkt (103) aufweisen,

- die Gegenelektrode (72) der Transferkapazität (7) und der weitere Induktivitätsanschluss (92) der Fußpunktsinduktivität (9) einen gemeinsamen Knotenpunkt (104) aufweisen,
- 5 - ein Hochfrequenzschalter (10) zum Herstellen und/oder Unterbrechen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Bezugspotentialanschluss (2) und dem gemeinsamen Knotenpunkt (103) des weiteren Induktivitätsanschlusses (82) der Eingangsinduktivität (8) und der Elektrode (71) der Transferkapazität (7) und
- 10 - ein Mittel (11) zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den Ausgangsanschluss (3) vorhanden sind, wobei das Mittel (11) die Fußpunktsinduktivität (9) und die Ausgangsdiode (5) aufweist und die Anode (51) der Ausgangsdiode (5) mit dem Ausgangsanschluss (3)
- 15 einen gemeinsamen Knotenpunkt (110) aufweisen.
- 6. Schaltung nach Anspruch 5, wobei das Mittel (11) zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung an den
- 20 Ausgangsanschluss (3)
- den gemeinsame Knotenpunkt (104) der Gegenelektrode (72) der Transferkapazität (7) und des weiteren Induktivitätsanschlusses (92) der Fußpunktsinduktivität (9) aufweist und
- 25 - dieser Knotenpunkt (104) und die Kathode (52) der Ausgangsdiode (5) elektrisch leitend verbunden sind.
- 7. Schaltung nach Anspruch 5, wobei das Mittel (11) zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung
- 30 - mindestens einen weiteren Bezugspotentialanschluss (13) zum Anlegen eines weiteren Bezugspotentials und
- mindestens einen Transformator (14) umfasst, der
- mindestens eine Primärinduktivität (15) mit einem Induktivitätsanschluss (151) und einem weiteren
- 35 Induktivitätsanschluss (152) und

25

- mindestens eine Sekundärinduktivität (16) mit einem Induktivitätsanschluss (161) und einem weiteren Induktivitätsanschluss (162) aufweist, wobei
- 5 - die Primärinduktivität (15) die Fußpunktsinduktivität (9) aufweist,
- der Induktivitätsanschluss (161) der Sekundärinduktivität (16) und der weitere Bezugspotentialanschluss (13) einen gemeinsamen
- 10 Knotenpunkt (106) und
- der weitere Induktivitätsanschluss (162) und die Kathode (52) der Ausgangsdiode (5) einen gemeinsamen Knotenpunkt (111) aufweisen.
- 15 8. Schaltung nach einem der Ansprüche 7, wobei das Mittel (11) zum Weiterleiten der elektrischen Ausgangsleistung
- mindestens eine Ausgangskapazität (17) mit einer Elektrode (171) und einer Gegenelektrode (172) aufweist,
- die Gegenelektrode (172) der Ausgangskapazität (17) und
- 20 der gemeinsame Knotenpunkt (106) des weiteren Bezugspotentialanschlusses (13) und des Induktivitätsanschlusses (161) der Sekundärinduktivität (16) elektrisch leitend verbunden sind und
- die Elektrode (171) der Ausgangskapazität (17) und der
- 25 gemeinsame Knotenpunkt (111) des weiteren Induktivitätsanschlusses (162) der Sekundärinduktivität (16) und der Kathode (52) der Ausgangsdiode (5) elektrisch leitend verbunden sind.
- 30 9. Schaltung nach einem der Ansprüche 3, 4, 7 und 8, wobei der Transformator (15) ein Hochfrequenz-Hochvolt-Transformator ist.
- 10. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei
- 35 - zur Schaltentlastung des Hochfrequenzschalters (10) mindestens eine Abstimmkapazität (12) mit einer

Elektrode (121) und einer Gegenelektrode (122) vorhanden ist,

- die Elektrode (121) der Abstimmkapazität (12) und der gemeinsame Knotenpunkt (103) des weiteren Induktivitätsanschlusses (82) der Eingangsinduktivität (8) und der Elektrode (71) der Transferkapazität (7) elektrisch leitend verbunden sind und
- die Gegenelektrode (122) der Abstimmkapazität (12) und der Bezugspotentialanschluss (2) elektrisch leitend verbunden sind.

11. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Hochfrequenzschalter mindestens einen MOS-Transistor aufweist.

12. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Hochfrequenzschalter (10) eine aus dem Bereich von einschließlich 500 kHz bis einschließlich 200 MHz ausgewählte Schaltfrequenz aufweist.

13. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Eingangskapazität (6) und/oder die Transferkapazität (7) mindestens einen Hochfrequenzkondensator mit einer aus dem Bereich von einschließlich 10 pF bis einschließlich 1000 pF ausgewählten Kapazität aufweisen.

14. Schaltung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Abstimmkapazität (12) mindestens einen Hochfrequenzkondensator mit einer aus dem Bereich von einschließlich 10 pF bis einschließlich 200 pF ausgewählten Kapazität aufweist.

15. Schaltung nach einem der Ansprüche 4 und 8 bis 14, wobei die Ausgangskapazität (17) mindestens einen Hochfrequenzkondensator mit einer aus dem Bereich von einschließlich 300 pF bis einschließlich 3000 pF ausgewählten Kapazität aufweist.

16. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die
Eingangsinduktivität (8), die Fußpunktsinduktivität (9),
die Primärinduktivität (15) und/oder die
5 Sekundärinduktivität (16) eine aus dem Bereich von
einschließlich 0,3 μH bis 100 μH ausgewählte
Induktivität aufweisen.
17. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die
10 Eingangsdiode (4) und/oder die Ausgangsdiode (5) eine
Schottkydiode ist, die mindestens ein aus der Gruppe SiC
und/oder GaAs ausgewähltes Diodenmaterial aufweist.
18. Verwendung der Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis
15 17 zur Leistungsfaktorkorrektur, wobei eine aus einem
Netz entnommene Leistung im Leistungsfaktor korrigiert
wird.

1/2

FIG 1

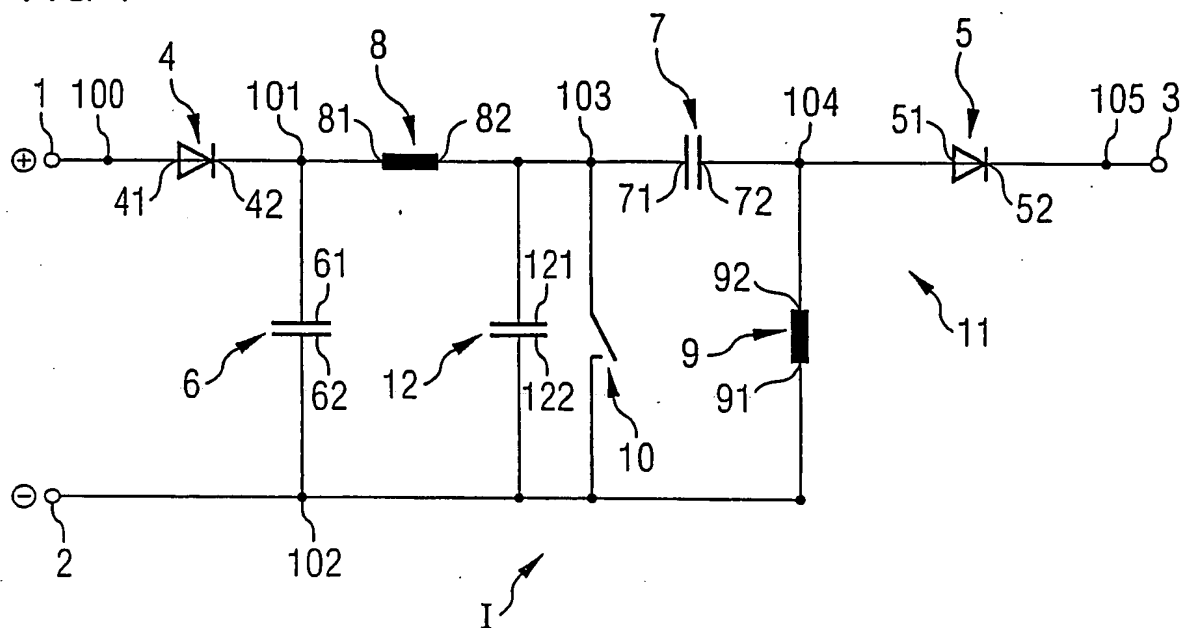
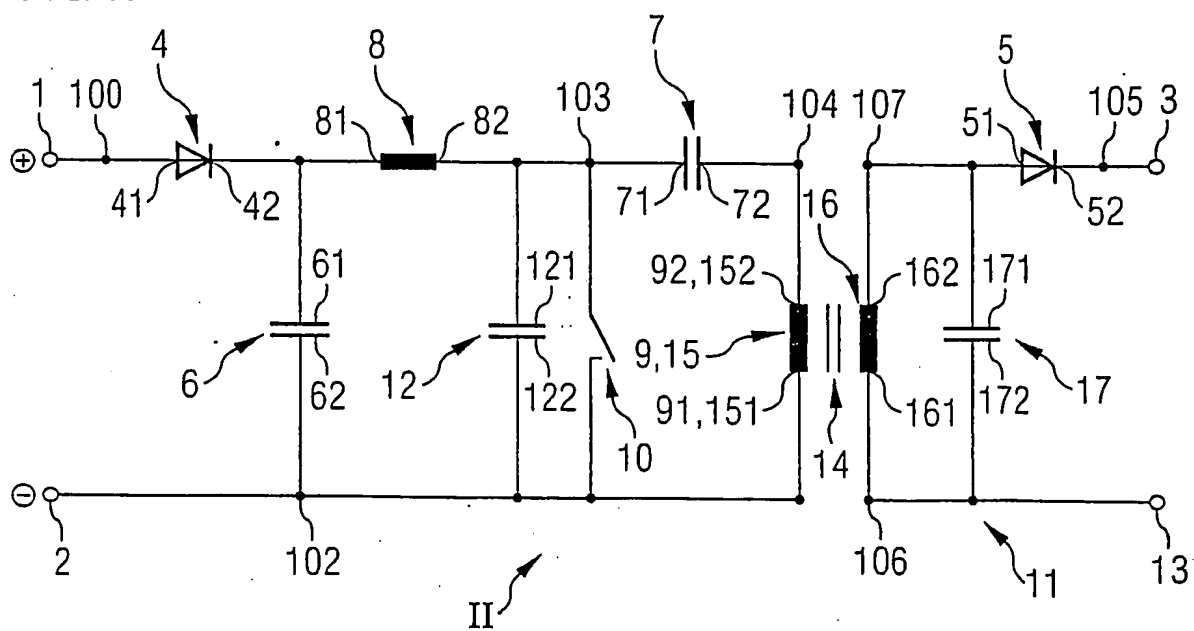


FIG 2



2/2

FIG 3

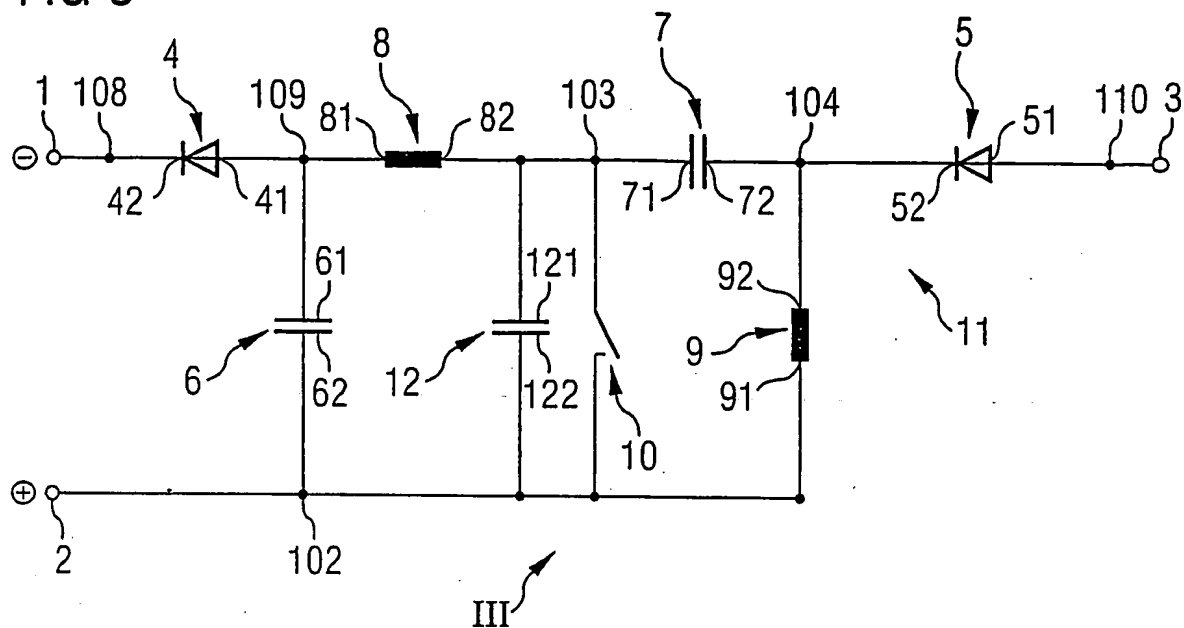
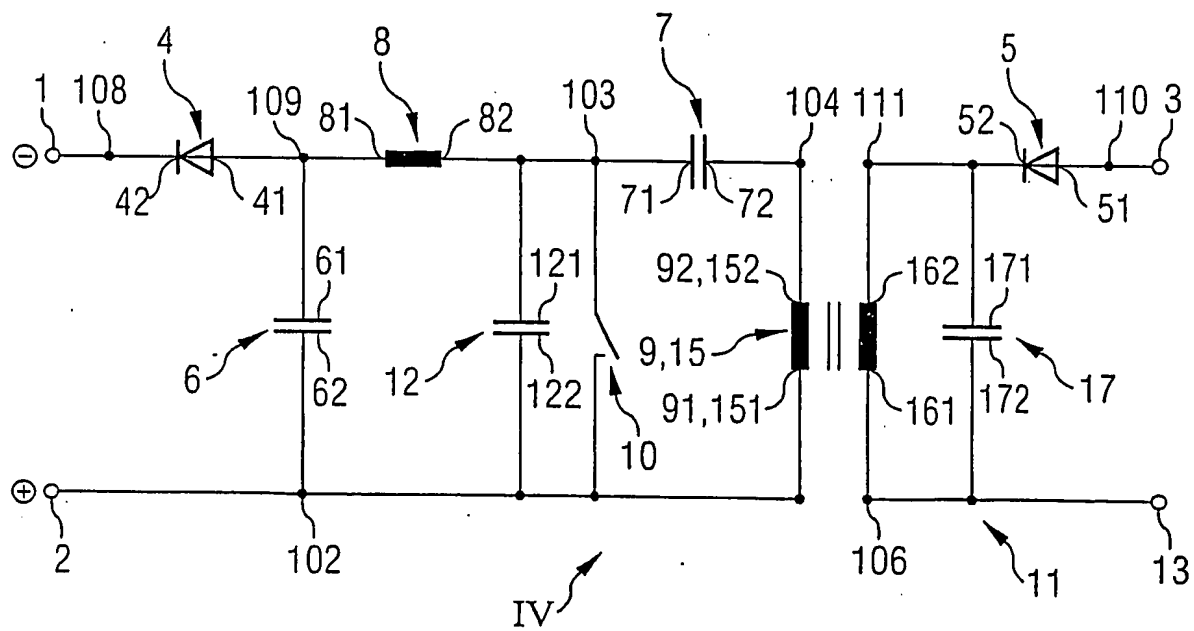


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02M1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 642 267 A (BRKOVIC MILIVOJE S ET AL) 24 June 1997 (1997-06-24) abstract; figures 2,4,9,10	1-11
A	DE 195 05 417 A (KALFHAUS REINHARD) 29 August 1996 (1996-08-29) abstract; figure 1	1-11
A	EP 0 696 841 A (HEWLETT PACKARD CO) 14 February 1996 (1996-02-14) the whole document	1-11
A	DE 198 11 932 A (THOMSON BRANDT GMBH) 23 September 1999 (1999-09-23) the whole document	1-11
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 2004

Date of mailing of the international search report

09/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thisse, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02774

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 118 225 A (WESSELS JOHANNES H) 12 September 2000 (2000-09-12) the whole document	5
A	US 2002/130648 A1 (PAULAKONIS JOSEPH C ET AL) 19 September 2002 (2002-09-19) abstract; figures 4-6	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02774

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5642267	A	24-06-1997	NONE	
DE 19505417	A	29-08-1996	DE 19505417 A1	29-08-1996
EP 0696841	A	14-02-1996	US 5583421 A EP 0696841 A1 JP 8066017 A	10-12-1996 14-02-1996 08-03-1996
DE 19811932	A	23-09-1999	DE 19811932 A1 AU 9748598 A WO 9916163 A2 EP 1032968 A2	23-09-1999 12-04-1999 01-04-1999 06-09-2000
US 6118225	A	12-09-2000	CN 1136881 A ,B DE 69517984 D1 DE 69517984 T2 EP 0777954 A2 WO 9607297 A2	27-11-1996 17-08-2000 01-02-2001 11-06-1997 07-03-1996
US 2002130648	A1	19-09-2002	US 2001012209 A1 US 6262899 B1 US 6069412 A US 2003137197 A1 WO 9423482 A1	09-08-2001 17-07-2001 30-05-2000 24-07-2003 13-10-1994

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02774

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02M1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	US 5 642 267 A (BRKOVIC MILIVOJE S ET AL) 24. Juni 1997 (1997-06-24) Zusammenfassung; Abbildungen 2,4,9,10 ---	1-11
A	DE 195 05 417 A (KALFHAUS REINHARD) 29. August 1996 (1996-08-29) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1-11
A	EP 0 696 841 A (HEWLETT PACKARD CO) 14. Februar 1996 (1996-02-14) das ganze Dokument ---	1-11
A	DE 198 11 932 A (THOMSON BRANDT GMBH) 23. September 1999 (1999-09-23) das ganze Dokument ---	1-11
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

2. Februar 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

09/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Thisse, S.

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE J3/02774

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 118 225 A (WESSELS JOHANNES H) 12. September 2000 (2000-09-12) das ganze Dokument	5
A	US 2002/130648 A1 (PAULAKONIS JOSEPH C ET AL) 19. September 2002 (2002-09-19) Zusammenfassung; Abbildungen 4-6	5

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen:

in selben Patentfamilie gehören

Internationaler Identifizierungszeichen

PCT/DE 03/02774

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5642267	A	24-06-1997	KEINE	
DE 19505417	A	29-08-1996	DE 19505417 A1	29-08-1996
EP 0696841	A	14-02-1996	US 5583421 A	10-12-1996
			EP 0696841 A1	14-02-1996
			JP 8066017 A	08-03-1996
DE 19811932	A	23-09-1999	DE 19811932 A1	23-09-1999
			AU 9748598 A	12-04-1999
			WO 9916163 A2	01-04-1999
			EP 1032968 A2	06-09-2000
US 6118225	A	12-09-2000	CN 1136881 A ,B	27-11-1996
			DE 69517984 D1	17-08-2000
			DE 69517984 T2	01-02-2001
			EP 0777954 A2	11-06-1997
			WO 9607297 A2	07-03-1996
US 2002130648	A1	19-09-2002	US 2001012209 A1	09-08-2001
			US 6262899 B1	17-07-2001
			US 6069412 A	30-05-2000
			US 2003137197 A1	24-07-2003
			WO 9423482 A1	13-10-1994